



VŠB – Technická univerzita Ostrava
Fakulta strojní
Katedra automatizační techniky a řízení

Instrumentace modelového kolejiště

Instrumentation of the Model Yard

Posluchač:
Vedoucí bakalářské práce:

Jan Grepl
Ing. Roman Pavlas, Ph.D.

Ostrava 2011

Místopřísežné prohlášení studenta

Prohlašuji, že jsem celou bakalářskou práci včetně příloh vypracoval samostatně pod vedením vedoucího bakalářské práce a uvedl jsem všechny použité podklady a literaturu.

V Ostravě

.....

podpis studenta

Prohlašuji, že

- jsem byl seznámen s tím, že na moji bakalářskou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb., autorský zákon, zejména § 35 – užití díla v rámci občanských a náboženských obřadů, v rámci školních představení a užití díla školního a § 60 – školní dílo.
- beru na vědomí, že Vysoká škola báňská – Technická univerzita Ostrava (dále jen „VŠB-TUO“) má právo nevýdělečně ke své vnitřní potřebě bakalářskou práci užít (§ 35 odst. 3).
- souhlasím s tím, že bakalářská práce bude v elektronické podobě uložena v Ústřední knihovně VŠB-TUO k nahlédnutí a jeden výtisk bude uložen u vedoucího bakalářské práce. Souhlasím s tím, že údaje o kvalifikační práci budou zveřejněny v informačním systému VŠB-TUO.
- bylo sjednáno, že s VŠB-TUO, v případě zájmu z její strany, uzavřu licenční smlouvu s oprávněním užít dílo v rozsahu § 12 odst. 4 autorského zákona.
- bylo sjednáno, že užít své dílo – bakalářskou práci nebo poskytnout licenci k jejímu využití mohu jen se souhlasem VŠB-TUO, která je oprávněna v takovém případě ode mne požadovat přiměřený příspěvek na úhradu nákladů, které byly VŠB-TUO na vytvoření díla vynaloženy (až do jejich skutečné výše).
- beru na vědomí, že odevzdáním své práce souhlasím se zveřejněním své práce podle zákona č. 111/1998 Sb., o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů (zákon o vysokých školách), ve znění pozdějších předpisů, bez ohledu na výsledek její obhajoby.

V Ostravě :.....

.....
podpis

Jan Grepl

Adresa trvalého pobytu:

Husova 384

798 41 Kostelec na Hané

Poděkování

Na tomto místě bych rád poděkoval vedoucímu mé bakalářské práce Ing. Romanu Pavlasovi, Ph.D. za odborné vedení a především cenné rady. Dále bych chtěl poděkovat všem, kteří se podíleli na mé bakalářské práci.

ANOTACE

Jan Grepl *Instrumentace modelového kolejiště*

Ostrava: Katedra automatizační techniky a řízení, Fakulta strojní VŠB-Technická univerzita Ostrava, 2010

Vedoucí: Pavlas R.

Práce se zabývá úpravou stávající instrumentace modelového kolejiště. V úvodu je rozebrán současný stav kolejiště a technologie na něm použité. Dále je provedeno posouzení stavu instrumentace a jeho úprava z hlediska spolehlivosti provozu na modelovém kolejišti. Zjištění dostupných technologií pro zjištění polohy vlaku a zabezpečení železničního přejezdu a následná realizace na modelovém kolejišti.

ANNOTATION

Jan Grepl *Instrumentation of the Model Yard*

Ostrava: Department of Control Systems and Instrumentation, Faculty of Mechanical Engineering, VŠB-Technical University of Ostrava, 2010,

Head: Pavlas R.

The thesis deals with the modification of existing instrumentation, model yard. In the introduction the current state of technology in the yard and used it. Furthermore, an evaluation of the status of instrumentation and its regulation in terms of reliability of the model yard. The findings of the available technologies to identify the location of train and security of the railway crossing and the subsequent implementation of the model yard.

Obsah

Seznam použitých zkratk	8
1 Úvod	10
2 Popis modelového kolejiště	11
2.1 Základní pojmy	11
2.2 Popis prvků železnice a jejich zapojení	13
2.3 Napájení	14
2.4 Návěstidla	15
2.5 Výhybky	17
2.6 Snímače	18
2.7 Zabezpečení železničního přejezdu	19
2.8 Metody řízení modelového kolejiště	19
2.9 Uvedení kolejiště do provozu	19
3 Programovatelné logické automaty PLC	20
3.1 Moduly PLC	21
3.2 Použitý software	25
3.4 Programování PLC AC800M	26
4 Způsoby řízení na modelovém kolejišti	31
4.1 Popis řízení vlakových cest pomocí PLC	31
4.2 Řízení modelového kolejiště pomocí panelu ručního ovládání	31
4.3 Řízení modelového kolejiště pomocí SCADA/HMI systému v prostředí InTouch	34
4.4 Řízení modelového kolejiště pomocí digitálního řízení	35
5 Specifikace závad	37
6 Úprava ovládacích prvků	38
7 Požadavky na rozpočet	39
8 Optický senzor SN1C	41
9 Realizace zapojení	43
10 Závěr	45
Použitá literatura	47
Přílohy	49

Seznam použitých zkratk

AC	Alternating Current - střídavé napětí
COM	Component Object Model komunikace
DC	Direct Current - stejnosměrné napětí
DCC	Digital Command Control – digitální řízení
GND	GrouND - uzemnění, záporný pól napájení
HW	hardware, materiální stránka technologie
IN	Input - vstup
IO	integrovaný obvod
I/O	Input / Output – vstup / výstup
IP	Internet Protocol - Protokol Internetu - Standardní síťový protokol
KO	klopný obvod
LED	Light Emiting Diode – světlo vyzařující dioda
LOCONET	Část DCC vyčleněná pro ovládání lokomotiv
NPN	typ tranzistoru
OLE	Object Linking and Embedding - Vkládání a propojování objektů - Protokol MS Windows.
OPC	OLE for Process Control – standardizované rozhraní pro komunikaci mezi rozdílnými aplikacemi, zařízeními, atd.
OUT	Output - výstup
PC	Personal Computer – osobní počítač
PLC	Programmable Logic Controller – programovatelný automat
PROFIBUS	PRoces Field BUS – průmyslová sběrnice
PZZ	přejezdové zabezpečovací zařízení

RAM	Random Access Memory - operační paměť s možností čtení i zápisu
ROM	Read Only Memory -paměť pouze pro čtení
SCADA/HMI	Supervisory Control and Data Acquisition / Human-Machine Interface – Supervizní řízení a sběr dat/ Rozhraní člověk - stroj
SDRAM	Synchronous DRAM, označení paměťové technologie pamětí typu RAM. Typ paměti pracující přesně podle externího taktu
SPEC	speciální funkce, obsahuje čítače, časovače, sekvenční registry
STP	Shielded Twisted-Pair - dvoupárový stíněný přenosový kabel
TCP/IP	Transmission Control Protocol/Internet Protocol
TT	Modelová velikost pro železniční modely, které jsou zmenšeninou kolejí v poměru 1:120 s rozchodem kolejí 12 mm.
ŽST	železniční stanice

1 Úvod

Modelová železnice je téměř stará jako počátky vzniku prvních parních strojů, kdy modely sloužili pro propagační účely. Byly to plechové modely určené k tahání či postrkování.

Postupem času se železniční modelářství zdokonalovalo. Dnes už jsou modelová kolejiště vybavena mnoha elektronickými plně funkčními zařízeními, jako jsou výhybky, stavědla, závory, návěští atd. Ty se za účelem co nejlépe přiblížit reálnému modelu začaly automatizovat a pohyb vlaků i elektronické prvky umístěné na kolejišti, se začali řídit pomocí techniky.

Dnes řízení provozu na reálném kolejišti je bezpečnější díky použití digitálního řízení. Digitální řízení způsobilo, že lokomotivy jsou schopny se chovat v kterémkoliv úseku kolejiště nezávisle.

Model kolejiště je osazen v ochranné skříni, aby nedošlo k poškození, na modelu je použito mnoho funkčních prvků (návěstidla, snímače, výhybky atd.). Je zde vidět i mnoho dekorativních prvků, které se snaží navodit co nejreálnější vzhled modelové železnice.

Tato úloha je velice oblíbená při prezentaci oborů katedry Automatizační techniky a řízení, díky navození reálné situace provozu na modelu kolejiště.

Cílem práce je posouzení stavu spolehlivosti prvků, které jsou po provozu kolejiště buď nefunkční, nebo nespolehlivé kvůli opotřebení. Dále poté rozbor dostupných možností výměny nefunkčních prvků a jejich následná realizace.

2 Popis modelového kolejiště

Modelové kolejiště je umístěno na učebně F204 katedry ATŘ, je sestaveno z komponent pro železnice velikosti TT (přesněji TT12), což znamená, že pracujeme s modelem v měřítku 1:120 s rozchodem kolejí 12 milimetrů. Model se skládá z řady funkčních prvků (výhybky, návěstidla, závara, atd.), ale i ze spousty dekorativních prvků (stromky, budovy, tunel, atd.). Kolejiště je rozděleno na několik úseků. Celek je zasazen do ochranné skříně, která jej chrání před poškozením.



Obr. 1 - Model kolejiště

2.1 Základní pojmy

V práci jsou použity pojmy užívané v železniční terminologii. K jednodušší orientaci v textu jsou tyto pojmy uvedeny na začátku práce.

Širá trať

Traťový úsek mezi dvěma sousedícími stanicemi nebo mezi stanicí a zakončením tratě na zastávce nebo nákladišti. Hranicí mezi širou tratí a stanicí je vjezdové návěstidlo. Kolej na širé trati se nazývá traťová kolej.

Staniční kolej

Každá kolej ve stanici se nazývá staniční. Koleje staniční se rozdělují na koleje dopravní, manipulační a pro zvláštní účely (např. záchytné, odvrtné).

Železniční stanice

Je dopravná s kolejovým rozvětvením a stanoveným rozsahem poskytovaných přepravních služeb. Železniční stanice na modelu je tvořena ze 4 staničních kolejí. Jedná se o hlavní vlakové koleje (kolej č. 1 a kolej č. 2), seřaďovací kolej, sloužící k odstavování vozů a hnacích vozidel (kolej č. 3), a staniční kolej s propojením na vlečku (kolej č. 4).

Lokomotivní depo

Představuje budovu, do které vedou dále neprůjezdné koleje (tzv. kusé) a v tomto depu jsou zakončené zarážedlem. V našem modelu je představuje kolej s označením 1a a kolej označená jako 3a, které jsou pokračováním hlavní koleje č. 1 a seřaďovací koleje č. 3.

Železniční vlečka

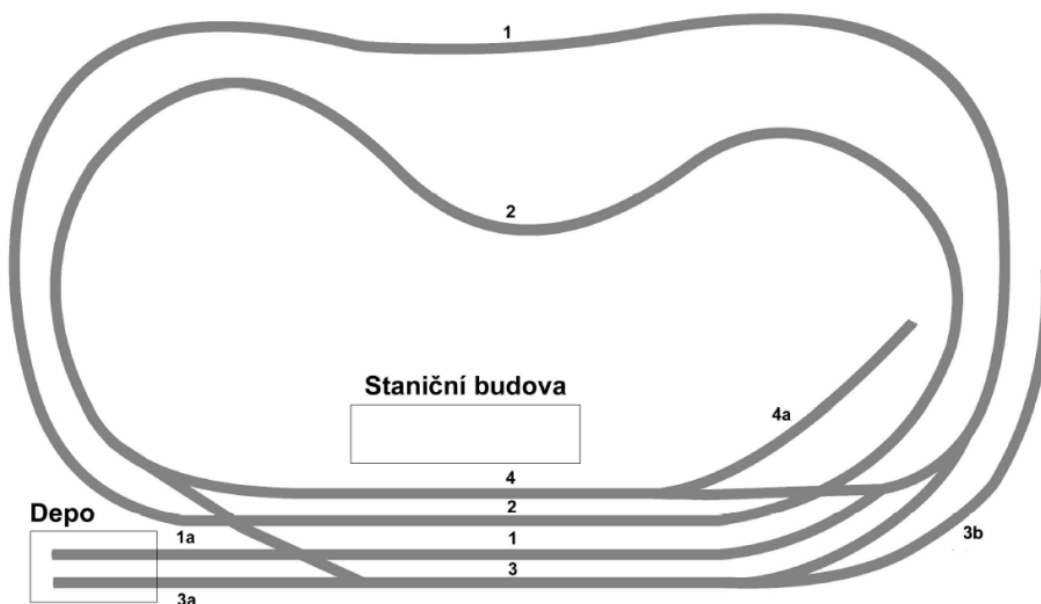
Tato kolej slouží pro vlastní potřebu provozovatele nebo jiné podnikatele a pro odstavování souprav. Na modelu je kusá kolej označena jako 4a a vznikla prodloužením staniční koleje č. 4.

Odstavná kolej

Je prodloužená část seřaďovací koleje č. 3 a slouží k odstavování vozů, hnacích vozidel anebo celých souprav pro vlečku. Na modelu značená jako 3b.

2.2 Popis prvků železnice a jejich zapojení

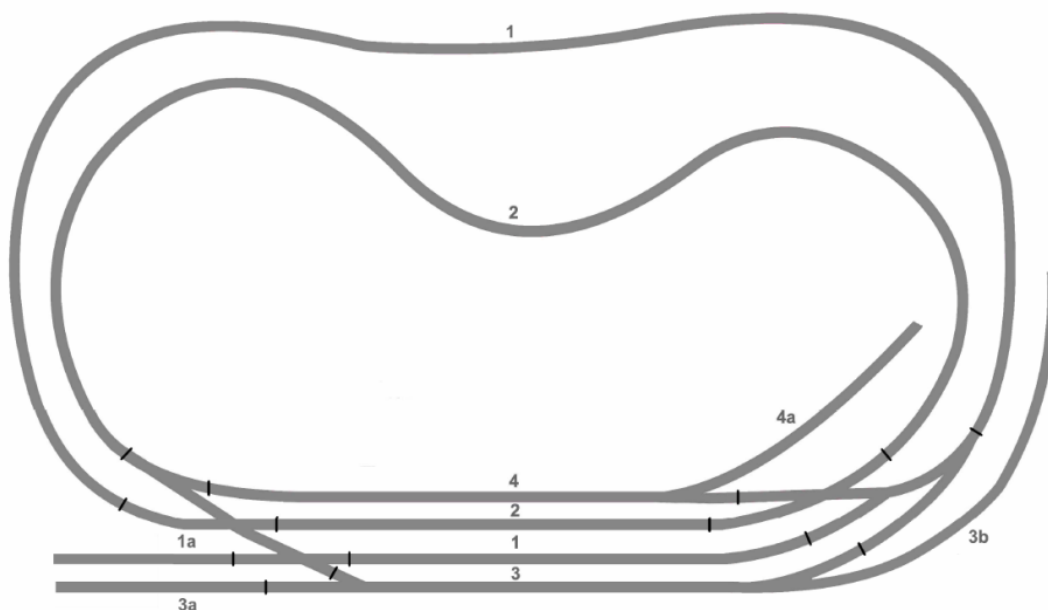
Model železnice tvoří je tvořen dvěma okruhy (vnější a vnitřní) a železniční stanicí, která tyto dva okruhy spojuje. Vnější má označení traťová kolej č. 1 a navazuje na staniční kolej č. 1. Vnitřní kolej je označená traťová kolej č. 2 a navazuje na staniční kolej č. 2. Železniční stanici pak tvoří 4 staniční koleje, železniční vlečka a lokomotivní depo. Značení všech železničních kolejí je vidět na obrázku. Značení vychází z předpisů, podle kterých je navrženo [STACHIV, P. 2006]. Na modelu je dále použito množství zabezpečovacích a elektrických prvků (výhybky, semaforey, atd.), které budou popsány dále.



Obr. 2 - Schéma modelu kolejiště s označením kolejí [KÝVALA, H. 2008]

2.3 Napájení

Pro ovládání pohybu vlaku je trať rozdělena na 12 izolovaných úseků (4 staniční, 2 vjezdové, 2 traťové, 2 v depu, vlečka a odstavná kolej). Izolace úseku je provedena tak, že kolej je v koncových místech přerušena řezem a opět spojena izolantem tak, aby na sebe koleje plynule navazovaly. Každý úsek je poté zvlášť napájený ze zdroje, což nám umožňuje vlak zastavit/rozjet (např. v místě před návěstidlem nebo ve stanici) tak, že vypneme/zapneme napájení daného úseku. Napájení je přivedeno ze spodní strany panelu a připájeno k přerušené koleji. Napájecí vodič vede na relé, které v sepnutém stavu přivede napájecí napětí na kolej daného úseku. Z relé pak vedou vodiče na výstupní I/O modul. Přerušená místa kolejí jsou vyznačena na obrázku (viz. Obr. 3).



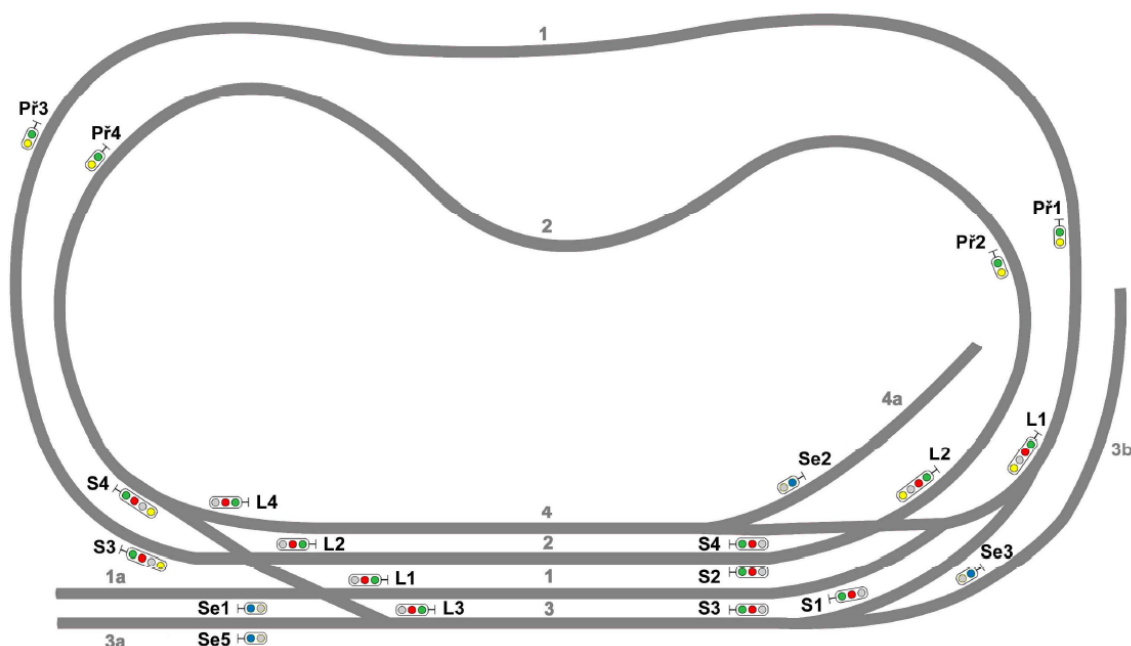
Obr. 3 - Rozdělení napájených úseků [KÝVALA, H. 2008]

2.4 Návěstidla

Návěstidlo je technické zařízení k zabezpečení provozu na kolejišti a signalizuje viditelným nebo slyšitelným způsobem určitý pokyn. Na našem modelu se nachází celkem 20 návěstidel, která jsou rozdělena do čtyř skupin (všechna návěstidla jsou světelná).

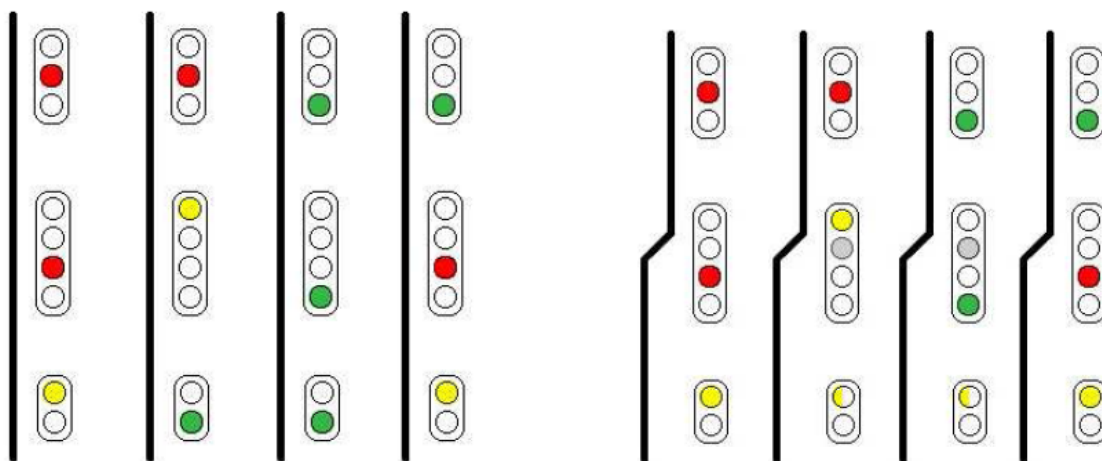
- Odjezdové návěstidlo - hlavní návěstidlo sloužící pro odjezd z dopravní s kolejovým rozvětvením. Obsahuje 3 světelné návěstí (shora): bílá, červená a zelená. Na modelu je celkem osm těchto návěstidel a nesou označení S1 - S4 a L1 - L4.
- Vjezdové návěstidlo - dovoluje vjezd vlaku do dopravní s kolejovým rozvětvením. Obsahuje 4 světelné návěstí (shora): žlutá, bílá, červená a zelená. Na modelu se nachází 4 tato návěstidla s označením L1, L2, S4 a S3.
- Předvěst - upozorňuje na stav následujícího návěstidla. Obsahuje jen dvě světelné návěstí (shora): žlutá a zelená. Žlutá barva značí, že následující návěstidlo dává pokyn stůj. Zelená pak pokyn volno. Předvěst je na modelu umístěna před vjezdovými návěstidly. Jejich označení je PŘ1 - PŘ4.
- Seřaďovací - návěstidla, která slouží pro posun. Obsahuje 2 světelné návěstí (shora): bílá a modrá. Bílá barva signalizuje posun povolen a modrá oznamuje posun zakázán. Na modelu jsou návěstidla umístěna na kusých kolejích a značena Se1 - Se4.

Barevná signalizace je zajištěna LED diodami v potřebných barvách (žlutá, zelená, červená, bílá a modrá), zasazených do návěstidel. Rozmístění a označení světelných návěstidel je zobrazeno na obrázku (Obr. 4).



Obr. 4 - Rozmístění světelných návěstidel [KÝVALA, H. 2008]

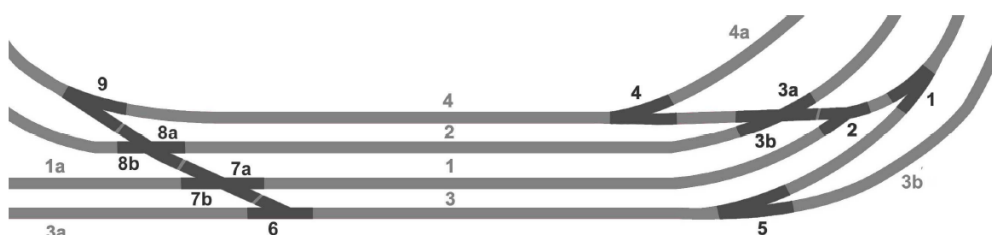
Signalizace světla na návěstidla se řídí určitými pravidly, a proto stav na návěstidle záleží nejen na signalizaci následujícího návěstidla (vjezdové, odjezdové), ale i na dané vlakové cestě. Pro názornost je vlaková cesta znázorněna na Obr. 5, kde je vjezd a odjezd přímo (Obr. 5- vlevo) a vjezd odbočkou a odjezd přímo (Obr. 5- vpravo).



Obr. 5 - Signalizace na návěstidlech [KÝVALA, H. 2008]

2.5 Výhybky

Výhybka je kolejové zařízení umožňující přechod vozidel z jedné koleje na druhou. Na modelu se nachází celkem 9 výhybek. Kromě dvou (výhybka č. 5 a č. 6), které se dají ovládat pouze mechanicky, je možné jejich ovládání i elektricky pomocí elektrických přestavníků. Jedná se tedy celkem o 6 základních výhybek (čtyři mají elektrické přestavníky) a 3 křižovatkové výhybky (které mají po dvou elektrických přestavnicích na výhybku). Celkově máme možnost ovládat 10 elektrických přestavníků značených čísly 1 až 4 a 7 až 9. Křižovatkové výhybky (č. 3, č. 7 a č. 8) jsou navíc opatřeny indexy „a“ a „b“ (viz Obr. 6).



Obr. 6 - Značení výhybek na kolejišti [KÝVALA, H. 2008]

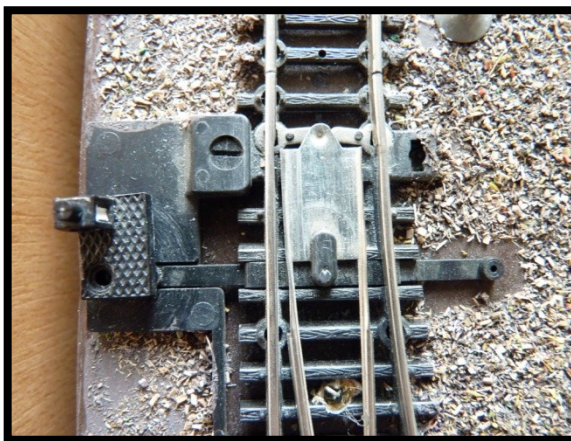
Elektrický přestavník je, tvoří dvě cívky, které přestavují výhybky do jednoho nebo druhého směru pomocí elektromagnetického pole, které je vytvořeno elektrickým střídavým napětím 16 V zdroje. K přestavníku jsou přivedeny 3 vodiče (viz Obr. 7). Jeden pro každou cívku a jeden nulový vodič.



Obr. 7 - Elektrický přestavník

Napájení cívek je z bezpečnostních důvodů připojeno přes relé. Přestavníky nemají funkci koncového vypínání, a tak musí software zabezpečit jejich ochranu před poškozením elektrickým proudem, který by cívky mohl spálit.

Relé je připojeno na výstupní modul a po signálu z PLC sepne a přivede na cívku přestavníku elektrické napájení ze zdroje.

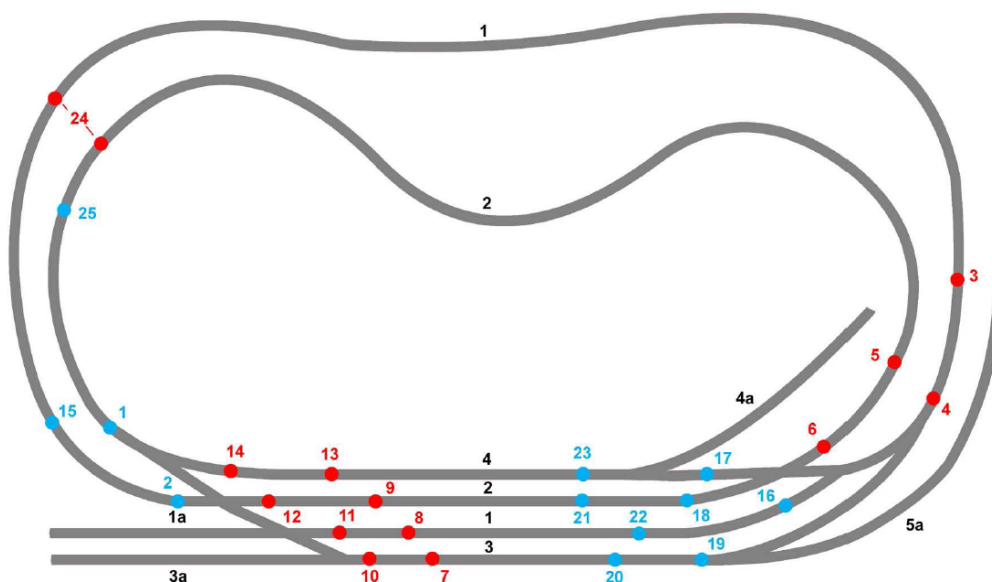


Obr. 8 – Výhybka s manuálním přestavníkem

2.6 Snímače

Pro zajištění polohy jsou na kolejišti použity jazýčkové bezkontaktní snímače. Tento typ snímače funguje na principu magnetického pole magnetů, které spínají jazýčky na snímači, a tím se sepne kontakt. Jazýčkový snímač je připojen k PLC, který vyhodnocuje signály. Magnet, který spíná snímače je umístěn v každém vagonu, za lokomotivou. V lokomotivě magnet umístěn být nemůže z důvodu rušení elektromotoru.

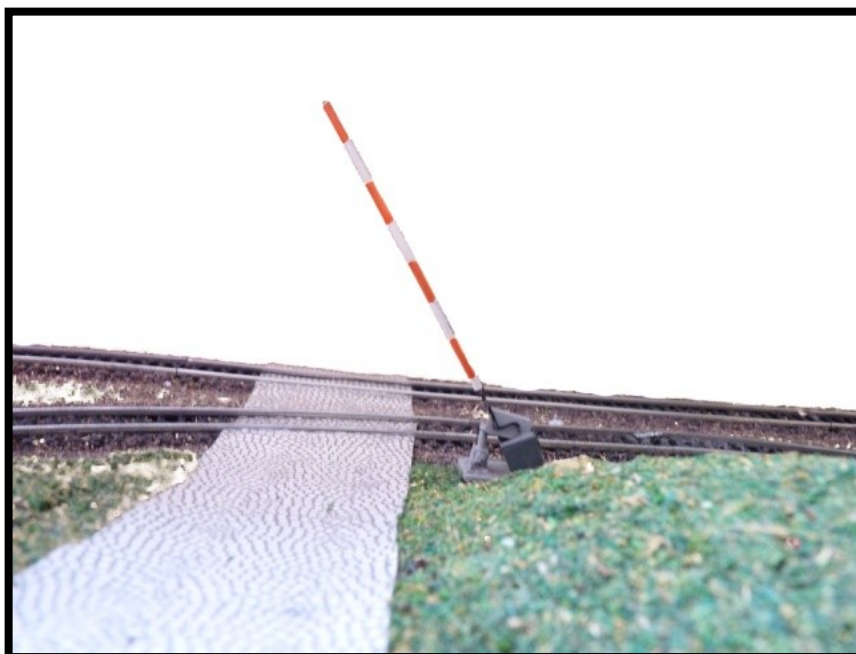
Na modelu je umístěno celkem 26 snímačů pro určení polohy vlaku (viz Obr. 9). 12 snímačů slouží pro směr ve směru hodinových ručiček (červeně zbarvené), 12 pro směr proti chodu hodinových ručiček (modře zbarvené) a dva pro otevření závory (snímače značené jako č. 24).



Obr. 9 - Rozmístění snímačů polohy [KÝVALA, H. 2008]

2.7 Zabezpečení železničního přejezdu

Pro zabezpečení železničního přejezdu je na modelu umístěna závora, která leží před kolejemi ve směru výjezdu z nádraží (viz Obr. 10). Pohyb závory je zajištěn cívkou, která je umístěna na spodní části panelu. Cívka pracuje na principu elektromagnetické indukce. Signál pro uzavření závory by měly zajišťovat jazýčkové kontakty č. 24, 1 a 15.



Obr. 10 – Závora

2.8 Metody řízení modelového kolejiště

Modelové kolejiště může být řízeno několika způsoby. To umožňuje aplikaci řady laboratorních úloh. Způsoby řízení provozu na modelovém kolejišti:

1. Pomocí PLC AC800M fy ABB
2. Pomocí panelu ručního ovládání
3. Pomocí SCADA/HMI systému v prostředí InTouch
4. Pomocí digitálního řízení

2.9 Uvedení kolejiště do provozu

Ke zprovoznění kolejiště musíme udělat několik kroků:

- Kontrola propojení řídicí části s řízenou
- zapojit napájení kolejiště
- kontrola programu v PLC

Zkontrolujeme, zda je zapojen propojovací kabel ProfiBus (fialový kabel zakončený CANON konektory). Tímto kabelem musí být propojeny ProfiBus jednotky na straně kolejiště a ovládacího panelu.

Napájení kolejiště zprovozníme pomocí několika komponent:

- připojíme do zásuvky zdroj výhybek (velká šedá krabice pod kolejištěm), které spojíme i s kolejištěm (pod kolejištěm visí modré „banánky“, ty zapojíme do červených zdírek v pravém dolním rohu kolejiště),
- zapneme zdroj světelného značení vypínačem na zdroji (počítačový zdroj, většinou položený na zdroji výhybek),
- zajistíme připojení ProfiBus modulu (zapneme do zásuvky napájecí zdroj ProfiBus modulu umístěný z boku kolejiště),
- zkontrolujeme napájení PLC modulu na ovládacím panelu (měl by být zapojen neustále),
- připojíme regulovaný zdroj pro ovládání kolejiště (vláčkový transformátor připojíme do zásuvky a výstupní napětí přivedeme „banánky“ do modrých zdírek v pravém dolním rohu kolejiště).

Pokud je v PLC správný program, je kolejiště připraveno na provoz. To můžeme zkontrolovat tím, že vyzkoušíme, zda kolejiště reaguje na ovladač (kovový průmyslový box se třemi přepínači). Přepínač STOP restartuje program kolejiště a start je spustí (přepínače mají mít funkce tlačítek a proto je nutné přepínač pro správnou funkci vždy zapnout a vypnout!). Zda kolejiště reaguje na ovladač, zjistíme podle reakce návěstidel.

Pokud návěstidla nereagují na ovladač, je potřeba do PLC nahrát program. Nejprve propojíme počítač (vedle kolejiště) s PLC pomocí LAN (LAN je natažená, stačí najít správný konec a zapojit jej do PLC do konektoru LAN1). Na PLC jsou kontrolní LED, které indikují provoz na síti - podle nich můžeme zjistit, zda je kabel zapojen správně. Na počítači spustíme *PLC Control Builder*, ve kterém otevřeme projekt *test* ve složce *Program pro kolejiště*. Ten nahrajeme do PLC pomocí tlačítka *Download*. Před nahráváním SW do PLC je nutno provést restart PLC tlačítkem *Cold reset*. Po resetu je potřeba opět zmáčknout tlačítko *Download* a provést nahrávání. Po ukončení nahrávání vyskočí okno, ve kterém zmáčkneme zelenou „fajfku“ pro potvrzení. Tímto by mělo být kolejiště připraveno pro provoz.

3 Programovatelné logické automaty PLC

PLC jsou moderní elektronické přístroje, které realizují bezkontaktní zapojení místo složité reléové sítě. Je to uživatelsky programovací řídicí systém, určený k řízení průmyslových a technologických procesů, často s úlohami logického typu. Výhodou je snadné programování, které umožnilo lehce ovládat rozličné i složité úlohy řízení

a regulace. Rozsah jeho použití je od základních logických funkcí až po regulaci pomocí FUZZY logiky. Software, který umožňuje programování a konfiguraci se jmenuje Control Builder. Díky svojí flexibilitě se dnes uplatňuje snad ve všechno průmyslových odvětvích. Platforma PLC AC800M použitá v modelovém kolejišti se skládá z následujících modulů:

1. Procesorový modul AC800M typ PM860;
2. Komunikační rozšíření ProfiBus CI854A;
3. Modul CI830 pro připojení I/O karet ke sběrnici ProfiBus;
4. Vstupní modul DI801;
5. Výstupní modul DO801
6. Napájecí zdroje SD821 a SD823

Hardwarovým popisem jednotlivých modulů a jejich napojením se zabývá ve své práci [STACHIV, P. 2006] a proto uvedu jen základní popis pro lepší pochopení celé problematiky.

Procesorový modul AC800M typ PM860 – tento řídicí procesorový modul řídí činnost všech zařízení umístěných na modelovém kolejišti. Je tedy řídicím mozkiem celého systému řízení modelového kolejiště. Tento modul se skládá z řídicí jednotky typu PM860 a komunikačního rozšíření ProfiBus typu CI854A. Na jednu řídicí jednotku lze současně zapojit až 12 modulů. Systém pracuje s logickým signálem (log0 - log1 tzn. zapnuto - vypnuto).

3.1 Moduly PLC

PLC se skládá z několika modulů, které jsou popsány níže.

Procesorový modul AC 800M (typ PM800)

K ovládání kolejiště je požito PLC od firmy ABB řady 800xA (Obr. 11). Procesorová jednotka řídí činnost celého systému prostřednictvím komunikačně a vstupně výstupních jednotek. Umožňuje přímé připojení 192 I/O signálu přes elektrickou sběrnici nebo 1344 I/O signálů přes optickou sběrnici. Tato sběrnice se nazývá ModuleBus. Komunikaci s okolím zajišťují porty CN1 - CN4. [ABB, 2005A]



Obr. 11 - AC 800M - Komunikační modul CI854A (vlevo) a procesorová jednotka PM860 (vpravo)

Technické údaje AC PM800:

- 2 MB flash PROM (paměť pro firmware)
- 8 MB SDRAM
- mikroprocesor MPC860 48MHz
- typická spotřeba 5 W
- minimální napětí pro logickou 1 je 15 V
- maximální napětí pro logickou 0 je 8 V

Komunikační rozšíření Profibus (CI854A)

Modul CI854A (Obr. 11) umožňuje napojit PLC na sběrnici Profibus. Podporuje sběrnici Profibus-DP a pracuje jako nadřazené zařízení (master). K hlavní jednotce může být připojeno až 12 modulů CI854A. Napojují se na levou stranu hlavní jednotky. Podporované rychlosti jsou 9.6, 19.2, 93.75, 187.5, 500, 1500, 3000, 6000 a 12000 kbit/s [ABB, 2005A].

Modul CI830

Modul CI830 pro připojení I/O karet ke sběrnici ProfiBus. Tento modul umožňuje zapojení vzdálených I/O karet pomocí průmyslové sběrnice ProfiBus – DP.



Obr. 12 – Napájecí modul SD823 (dole), modul CI830 (vlevo nahoře)

Vstupní modul DI801

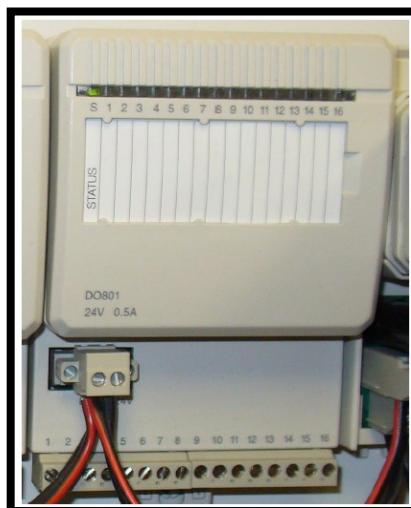
Modul obsahuje 16 diskretních vstupních kanálů (Obr. 13). Ovládací napětí je 24 V DC. Každý kanál má ochranu proudovým omezením, ochranu proti elektromagnetickému rušení, LED indikující stav a je opticky galvanicky oddělen od sběrnice ModuleBus [ABB, 2005B].



Obr. 13 - Modul diskretních vstupů DI801

Výstupní modul DO801

Modul obsahuje 16 diskretních výstupních kanálů (Obr. 14), na kterých se při sepnutí objeví napětí je 24 V DC a maximální odebíraný proud je 0,5 A. Každý výstup je chráněn proti spojení na krátko, přepětí, elektromagnetickému rušení, tepelnému přetížení, a je opticky galvanicky oddělen od sběrnice ModuleBus a vybaven indikační LED [ABB, 2005B].



Obr. 14 - Modul diskretních výstupů DO801

3.2 Použitý software

K realizaci úlohy bylo potřeba nainstalovat potřebné aplikace a nakonfigurovat všechna komunikační rozhraní na jednom PC. PLC je možno programovat více jazyky.

Popis jednotlivých aplikací:

PLC Control Builder AC 800M 4.1.0 (ABB)

PLC Control Builder je programovací nástroj určený pro vytváření řešení pro řízení užívající modulární PLC AC 800M.

OPC (OLE for Procesing Control) Server 4.1.0 (ABB)

OPC Server pro PLC slouží pro čtení run-time dat anebo alarmů a událostí.

MMS Server 4.1 (ABB)

Zajišťuje přenos dat v síti.

SoftContoller 4.1 (ABB)

Programová utilita umožňující odsimulovat aplikaci vytvořenou pomocí PLC Control Builderu bez připojení reálného PLC.

OPC Link 8.0 (Wonderware)

OPC Link podporuje aplikaci InTouch s OPC serverem. Slouží, jako konvertor umožňující převod OPC protokolu na DDE. FastDDE nebo SuiteLink protokol a zpět.

InTouch 9.5 (Wonderware)

InTouch je SCADA/HMI aplikace zpracování dat. Umožňuje získat data ze vzdálených zařízení (PLC, inteligentní senzory, atd.) a zobrazit je ve vhodné formě operátorovi.

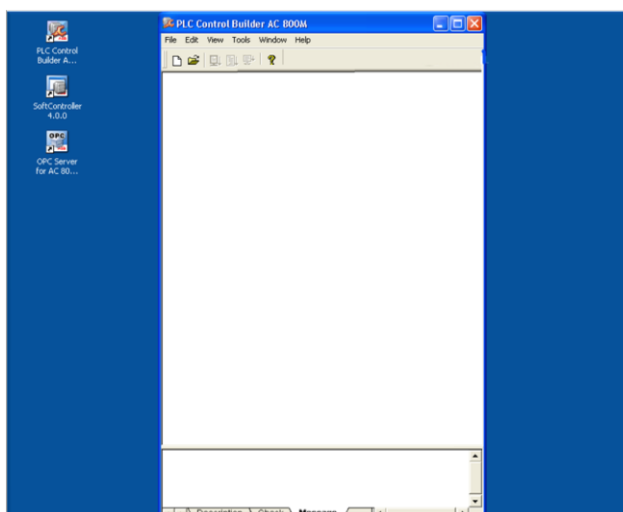
3.4 Programování PLC AC800M

Pro programování aplikací pro PLC se používá integrované vývojové prostředí, které se spouští na počítači. Vývojové prostředí obvykle obsahuje textový nebo grafický editor, ve kterém je sestavována aplikace. Po vytvoření aplikace je potřeba aplikaci přeložit do kódu PLC, k tomu slouží kompilátor (je součástí editoru). Přeložený program je poté vysílán do PLC. Může se stát, že po nějaké době je potřeba vytvořenou aplikaci upravit nebo vyladit aby vyhovovala daným požadavkům. K tomu aby bylo možné zasahovat do již vytvořené aplikace je potřeba dekompilátor. Ten umožní stáhnout aplikaci z PLC do počítače, kde provede dekódování. Důležitým prvkem pro ladění aplikace je tzv. debugger. Aby bylo možné otestovat správnou funkčnost vytvořeného programu je potřeba nástroj pro monitorování stavu PLC a simulátor.

K programování PLC AC800M slouží software Compact Control Builder (dále jen CCB) od firmy ABB. Tento software je určený pro operační systém Windows. Programování aplikací pro PLC se v praxi provádí nejčastěji ve Windows.

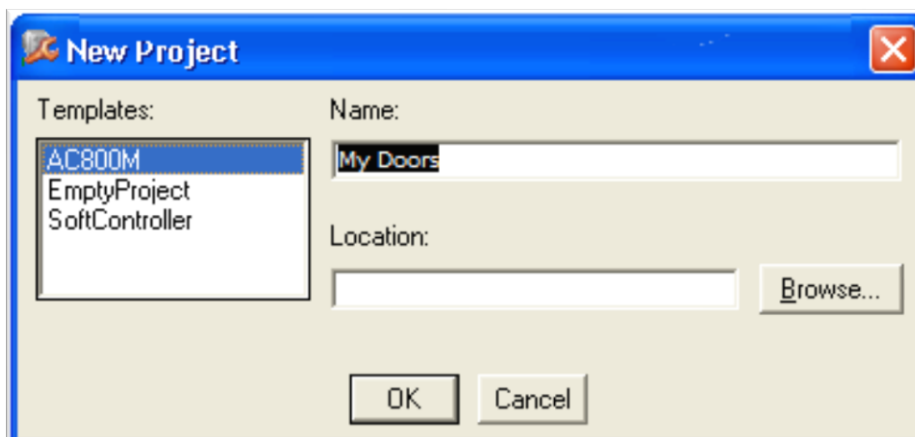
Aby bylo možné v CCB pracovat, je potřeba software napřed nainstalovat na PC. Po vložení CD do CD-ROM se zobrazí instalační průvodce. Zvolíme tlačítko Install, vybereme PLC Control Builder. Po zobrazení uvítacího okna klikneme na tlačítko Next a odsouhlasíme licenční podmínky k použití softwaru. Zvolíme adresář, do kterého software se software nainstaluje. Zkontrolujeme instalační nastavení a zahájíme instalaci. Program se sám nainstaluje a na pracovní ploše vytvoří tři ikony (PLC Control Builder, SoftController, OPC Server for AC800M). Po ukončení instalace klikneme na tlačítko Finish. Můžeme začít pracovat.

Spustíme PLC Control Builder. Po načtení se spustí pracovní okno (Obr. 15.)



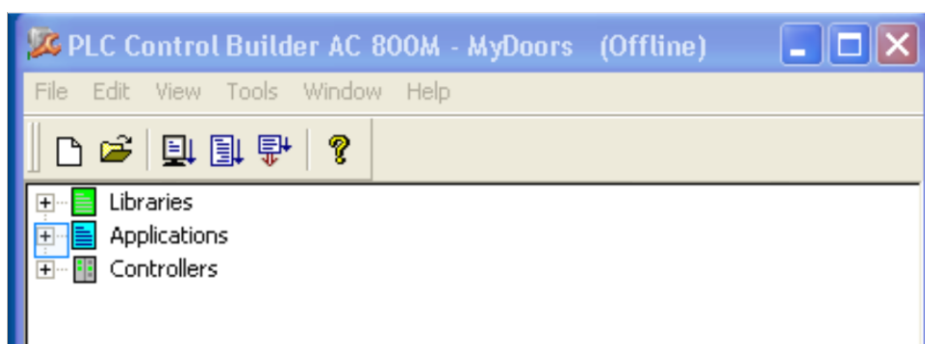
Obr. 15 - Pracovní okno PLC Control Builder

Pro zahájení práce na novém projektu klikneme na ikonu New Project (ikona bílého listu). Zobrazí se okno nového projektu New Project (Obr. 16). Zde zadáme jméno projektu a adresář, do kterého chceme projekt uložit. Pro vytvoření nového programu jsou k dispozici tři přednastavené šablony (AC800M, EmptyProject, SoftController). Šablona AC800M umožňuje vytvářet program za předpokladu, že máte přístup k hardwaru pro otestování funkčnosti aplikace. EmptyProject je zřídka používaná šablona s minimální konfigurací. SoftController umožňuje vytvářet program i v případě, že nemáte přístup k hardwaru a nemůžete si svůj vytvořený program otestovat.



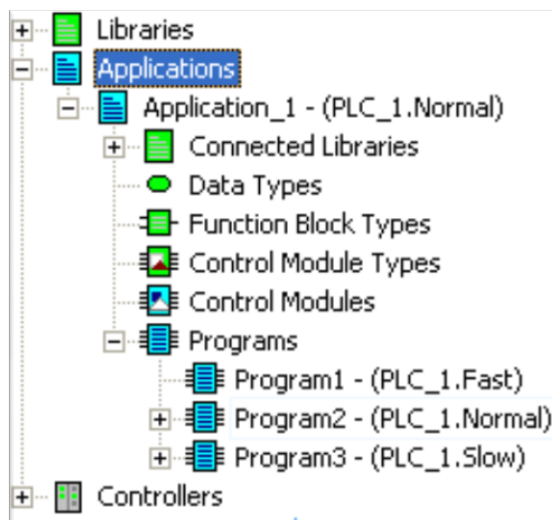
Obr. 16 - Okno pro vytvoření nového projektu

Po založení nového projektu se zobrazí v pracovním okně Control Builderu tři rozbalovací položky (Libraries, Applications, Controllers). Položka Libraries neboli knihovny obsahuje přednastavené datové typy, které mohou být použity v našem projektu. Jsou to funkce, funkční bloky a moduly. Položka Applications slouží k zadání a nastavení programovacího kódu. Položka Controllers obsahuje konfigurační údaje hardwaru.



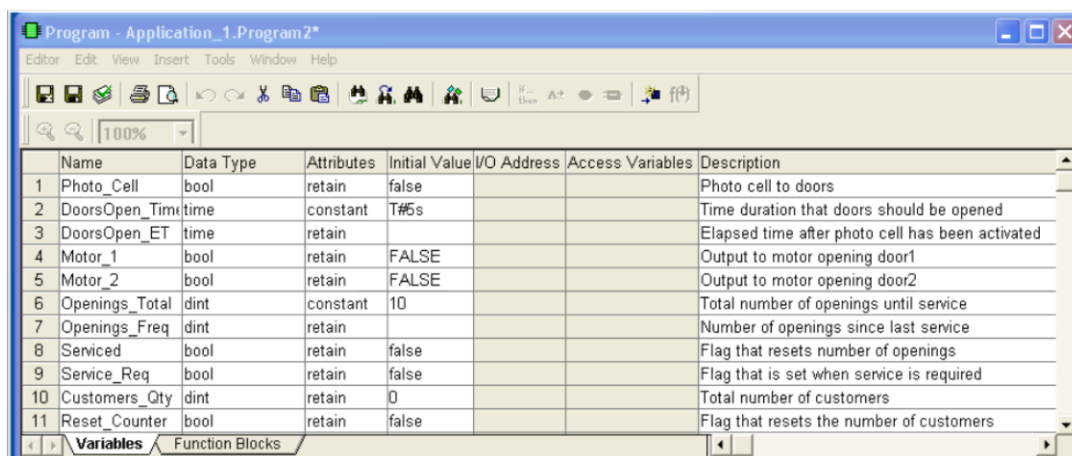
Obr. 17 - Položky Libraries, Applications, Controllers

Po kliknutí na položku Applications se rozbalí seznam podřízených položek.



Obr. 18 - Seznam podřízených položek

Rozkliknutím položky Program2 – (PLC_1.Normal) se dostaneme do pracovního prostředí editoru. V editoru píšeme kód a deklarujeme lokální proměnné. V tabulce proměnných zadáváme název proměnné, datový typ, atributy, počáteční hodnoty, atd.



Obr. 19 - Pracovní prostředí editoru – okno pro deklaraci proměnných

Velmi užitečným nástrojem editoru je možnost nechat si zkontrolovat napsaný kód pomocí funkce Check. V případě, že se při kontrole vyskytne v kódu chyba, bude programátor na výskyt chyb upozorněn chybovým hlášením a označením příslušné chyby.

Máme-li zadány všechny proměnné v okně Variables, přepneme se na spodní liště do okna pro zadávání funkčních bloků Function Blocks (

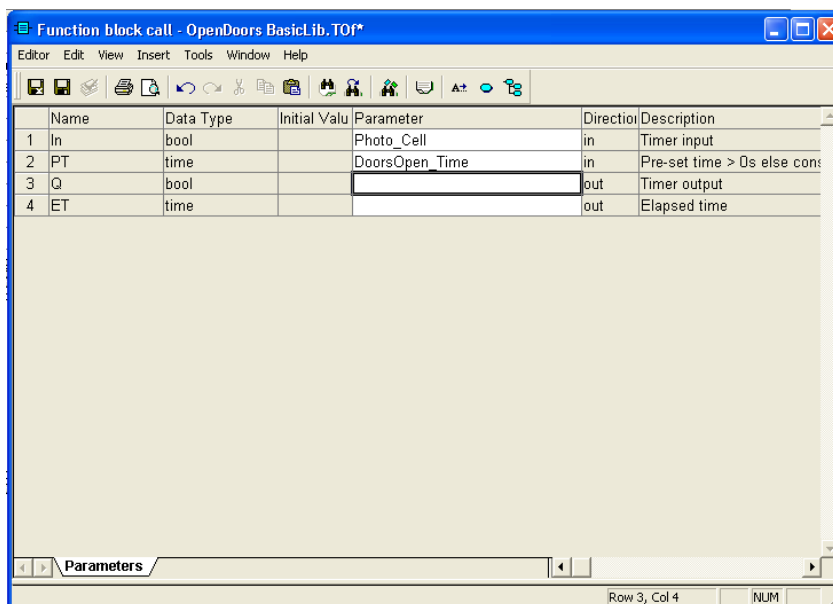
Obr. 19). V tomto okně zadáváme název, typ funkčního bloku, připojení, popis. V tomto okně se pracuje stejně jako v okně deklarace proměnných Variables.

Nyní je vše připraveno pro vypracování hlavního kódu. Kód vytváříme v okně Code, které se nachází pod okny Variables a Function Blocks, do kterých jsme zadávali parametry. Kliknutím pravým tlačítkem myši a stisknutím položky Insert vložíme nový blok kódu. Před pojmenováním nově vloženého prvku si můžeme vybrat, jaký jazyk použijeme.

1. Structured Text (TXT)
2. Instruction List (IL)
3. Sequential Function Chart (SFC)
4. Function Block Diagram (FBD)
5. Ladder Diagram (LD)

Vybrali jsme strukturovaný text ve formátu (TXT).

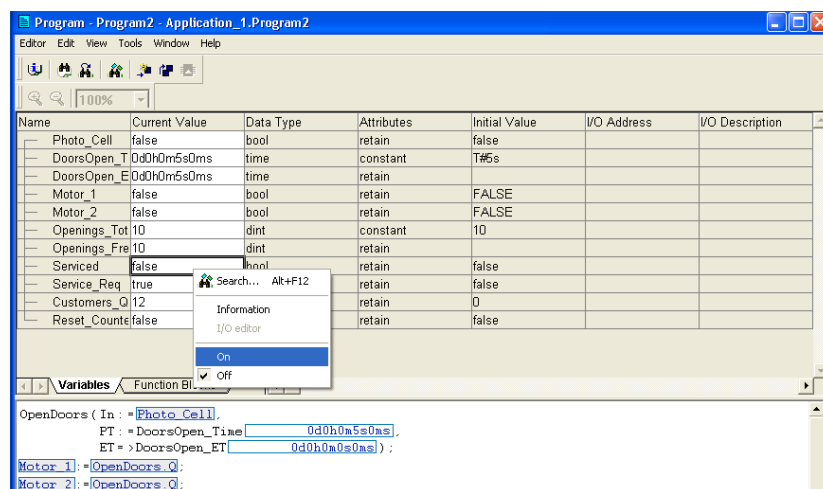
Do okna Code, zadáváme funkční bloky. Bloky se do okna přidávají přes Insert → Variable, Type, Attribute. Bloky můžeme zadávat manuálně nebo z přednastavené nabídky. Jestliže za vložený blok přidáme ,(‘ otevře se editor parametrů, kde přidáváme hodnoty vstupů a výstupů daného funkčního bloku (Obr. 20)



Obr. 20 - Pracovní okno editoru parametrů

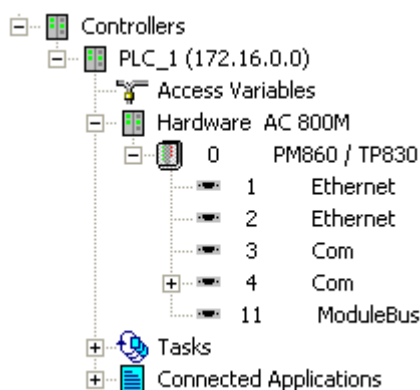
Po zadání všech proměnných a příslušných parametrů funkčním blokům, můžeme provést testování funkčnosti aplikace přímo na PC. Výhoda v testování funkčnosti aplikace na PC v tzv. Offline režimu je, že k testování nepotřebujeme hardwarové komponenty PLC. Testování spustíme v pracovním okně PLC Control Builderu zvolením příkazu Test Mode. V testovacím okně jsou zobrazeny hodnoty proměnných a funkčních bloků. Změnou logických hodnot True a False provádíme testování. V případě, že

provedeme změnu hodnoty True příslušného bloku na False, program zvýrazní všechny bloky, které jsou změnou ovlivněny, a my vidíme, zda program funguje, jak má.



Obr. 21 - Testovací prostředí PLC Control Builderu

Po testování správné funkčnosti programu je nutné provést hardwarovou konfiguraci řídicí jednotky a dalších komponent PLC. Konfigurace se provádí v úvodním pracovním okně PLC Control Builderu. Konfigurace spočívá v nastavení příslušných rozhraní a portů, napojení komunikačních jednotek, atd. Nastavení sestavy PLC proběhne výběrem typu zařízení, na kterém má aplikace fungovat a výběrem dalších potřebných modulů.



Obr. 22 - Konfigurace PLC

Po konfiguraci hardwaru se musí nastavit IP adresa použitého zařízení. Tento krok je nutný proto, aby všechny komponenty mohly spolu komunikovat. Každé použité zařízení má automaticky vygenerovanou IP adresu. Program sám nastaví automaticky generované IP adresy pro všechny zařízení. V případě, že je nutné použít jinou IP adresu, je potřeba nastavit ji u všech zařízení manuálně pomocí příkazu System Identity.

Je-li program hotový, pak zbývá program nahrát do PLC. Nahrání se provede připojením PLC k PC pomocí portu CN1 nebo CN2 a spuštěním nahrávání programu. Příkaz pro nahrání programu je obsažen v úvodním pracovním okně PLC Control Builderu.

4 Způsoby řízení na modelovém kolejišti

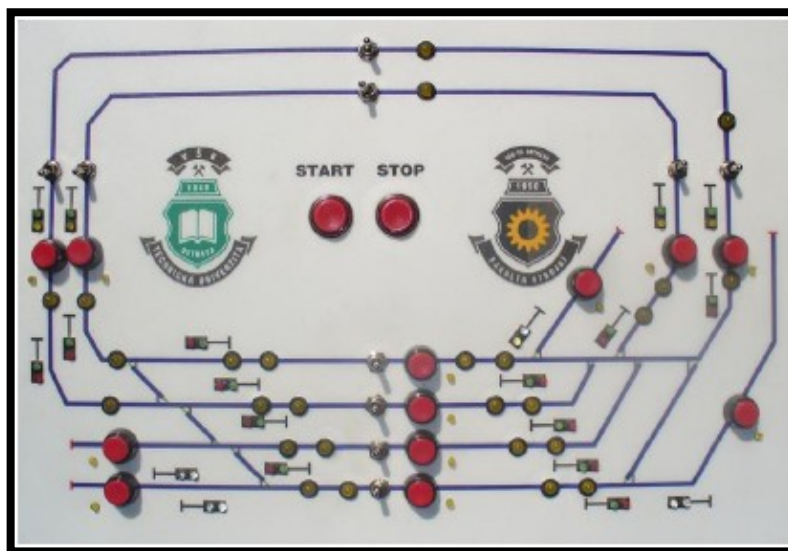
4.1 Popis řízení vlakových cest pomocí PLC

Program pro ovládání modelového kolejiště pomocí PLC podrobně popisují ve svých pracech [HABERNAL, T. 2006] a [STACHIV, P. 2006], proto se jeho popisem budu zabývat jen okrajově. Použitý systém pro řízení modelového kolejiště neumožňuje přímý zásah obsluhy do kolejiště. Pro zavedení dalších ovládacích prvků chybí v PLC dostatečný počet volných vstupů. Z tohoto důvodu je řídicí program sestaven tak aby se provoz řídil v závislosti na jeho stavu sám. Spouštění a zastavování je ovládáno ručně.

Program je navržen pro jízdu dvou vlakových souprav, jejichž výchozími body jsou staniční koleje č. 1 a č. 2. Navržený program řídí provoz na třech různých vlakových cestách. První cesta začíná v ŽST na staniční koleji č. 1. Po spuštění programu zahájí vlaková souprava jízdu ve směru hodinových ručiček. Pokračuje na traťovou kolej č. 2 a do stanice se vrátí na staniční kolej č. 4. Druhá vlaková cesta začíná v ŽST na staniční koleji č. 2. Souprava pokračuje na traťovou kolej č. 1 a jízdu ukončí v ŽST na staniční koleji č. 1. Třetí cesta začíná v ŽST na staniční koleji č. 4. Souprava pokračuje ve směru hodinových ručiček na traťovou kolej č. 2 a svou jízdu končí v ŽST na staniční koleji č. 1. Po dojetí poslední vlakové cesty dojde k nastavení programu do výchozího stavu, tedy zahájení první vlakové cesty.

4.2 Řízení modelového kolejiště pomocí panelu ručního ovládání

Bylo-li modelové kolejiště řízeno pomocí PLC, byly možnosti zásahu člověka do provozu velmi omezené. Toto omezení bylo odbouráno zapojením panelu ručního ovládání.



Obr. 23 - Panel ručního ovládání

Podrobným připojením panelu ručního ovládání k modelovému kolejišti a jeho vnitřní stavbou se ve své práci zabývá [UNGER, O. 2008].

Panel obsahuje tlačítka, páčky a LED diody. Pomocí tlačítek a páček jsou ovládány jednotlivé úseky trati. LED diody slouží jako vizuální kontrolní prvek, je-li úsek aktivní, tak se dioda u příslušného tlačítka rozsvítí.

Pokud obsluha stiskne libovolné tlačítko na panelu ručního ovládání, dojde k nastavení proměnné stisknutí příslušného tlačítka. Aby nemohlo dojít k opakovanému sepnutí tlačítka při jeho držení, je zde zaveden časovač, který proměnnou stisknutí tlačítka vypne. Dojde-li k sepnutí dvou tlačítek úseků, sepne se nastavování výhybek a po dokončení nastavování se na návěstidle rozsvítí povolující znak a vlak se rozjede.

Pro připojení ovládacího panelu k PLC je potřeba k PLC připojit ještě jednu vstupní kartu DI801 pro připojení tlačítek spínačů a dvě výstupní karty DI801 pro připojení kontrolních diod. Ovládací panel je k PLC připojen pomocí 25 pinovými konektory a kabelem na svorky PLC. Rozpis výstupů z konektorů je uveden v příloze práce od [UNGER, O. 2008]. Aby byla usnadněna orientace uvnitř panelu, byly dráty barevně odděleny.

K ovládání jednotlivých úseků vlakových cest slouží tlačítka a páčky umístěné na ovládacím panelu. Počet tlačítek na ovládacím panelu odpovídá počtu řízených úseků – tedy 12. Pomocí tlačítek pro spínání úseků je realizováno ovládání kolejiště. Těmito tlačítky se ovládá vlaková cesta. Jejich stisknutím se vlakové soupravě sděluje odkud-kam má jet. Napřed musí být stisknuto tlačítko, odkud má vlaková souprava vyjet, pak mohou být stisknuta tlačítka, kam má vlaková souprava jet. Aby se vlaková souprava rozjela, je potřeba stisknout minimálně dvě tlačítka. Pro vizuální kontrolu jsou na

ovládacím panelu umístěny diody. Diody se sepnou v okamžiku, kdy je daný úsek aktivní. V okamžiku, kdy je daný úsek odpojen diody opět zhasnou. Kromě ovládacích tlačítek obsahuje ovládací panel také pomocná ovládací tlačítka. Ty jsou určeny k inicializaci ovládacího panelu a zastavení vlaku. Aby se odstranili případné předcházející vlivy manipulace s ovládacím panelem je možné ovládací panel resetovat. Resetování ovládacího panelu je omezeno na případ, kdy vlaková souprava nestojí na snímači polohy. Jestliže vlaková souprava stojí na snímači polohy, tak se spíná i resetovaná dioda.

Dále jsou na panelu umístěny směrové páčky sloužící ke změně směru jízdy vlakové soupravy. Páčky jsou umístěny na všech úsecích, kromě slepých. Slepé úseky jsou ovládány úseky, které jsou před nimi a ze kterých vlak vjíždí.

Popis řízení vlakových cest pomocí panelu ručního ovládání

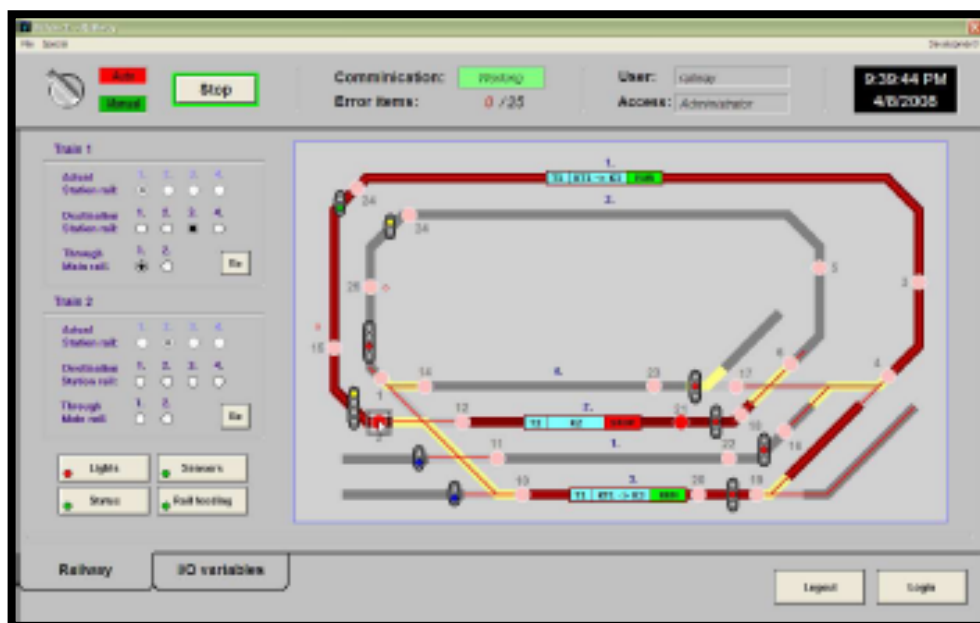
Vlakové soupravy mohou v kolejišti zastavovat jen v ŽST nebo na širé trati před vjezdovým návěstidlem. Aby vlaková souprava mohla vyjet ze stanice, musí se sepnout tlačítko ŽST, ze které vlaková souprava bude vyjíždět a pak tlačítko příslušné koleje, na kterou má vlaková souprava vjet. Po absolvování vlakové cesty se vlaková souprava zastaví až před vjezdovým návěstidlem, které pouští vlak do ŽST. Aby mohla vlaková souprava vjet do stanice, musí se sepnout tlačítko koleje, na které se souprava nachází a tlačítko úseku, na který má souprava jet. Vlaková souprava se zastaví v ŽST u návěsti, která povoluje výjezd vlakové soupravy na širou trať. Vlaková souprava může projet celý úsek bez zastavení a svou cestu ukončit až v ŽST. Absence snímačů polohy na slepých kolejích má za následek, že vypínání těchto úseků musí být zajištěno časovačem. Aby nemohlo dojít k nárazu vlakové soupravy na narážky, je časovač nastaven na dvě sekundy.

4.3 Řízení modelového kolejiště pomocí SCADA/HMI systému v prostředí InTouch

Program InTouch je grafický software společnosti Wonderware Factory Suite sloužící pro vizualizaci systémů. Význam označení SCADA/HMI je popsán v seznamu použitých zkratk. InTouch se výborně hodí do dispečerských pracovišť. Umožňuje obsluze sledovat co se děje v řízeném úseku a v případě potřeby umožňuje řešit nežádoucí situace přímo z dispečerského pracoviště.

Aby mohlo být modelové kolejiště ovládáno pomocí grafického programu InTouch je potřeba sestavit dva programy. Program pro PLC a grafický program pro obsluhu. Podrobným popisem sestavení těchto programů se zabývá ve své práci [KÝVALA, H. 2008].

Okno řídicí aplikace je rozděleno na tři části. Horní část okna plní informativní funkci a obsahuje tlačítko „START/STOP“ a přepínač. Důležitým prvkem je indikátor stavu komunikace mezi PLC a aplikací InTouch. Tento indikátor sděluje i informace o chybných I/O proměnných. Ve střední části okna řídicí aplikace je graficky zpracováno modelové kolejiště. Všimněte si informačních bloků na obsazených úsecích (obsazený úsek je znázorněn červenou barvou), tyto informační bloky informují obsluhu čísla, trase a stavu vlakové soupravy na daném úseku. V levé straně je umístěno okno pro výběr vlakové cesty pro dva vlaky. Toto okno umožňuje obsluze zobrazit informace o stavu semaforů, informace o vlakové soupravě na obsazených úsecích, zviditelnění snímačů polohy nebo zobrazení napájení kolejí. Ve spodní části okna řídicí aplikace jsou umístěny tlačítka pro přepínání mezi okny a možnost odhlášení.



Obr. 24 - Pracovní okno řídicí aplikace [KÝVALA, H. 2008]

Po spuštění řídicí aplikace se zobrazí všechny prvky, tak jak jsou nastaveny v inicializačním kroku v programu pro PLC. Návěstidla se nastaví na signál „STUJ“, vypne se napájení kolejí a nastaví se předdefinované obsazené úseky. Spuštění programu se děje výběrem vhodného módu a stisknutím tlačítka „START“. Indikátor stavu komunikace mezi PC a PLC musí svítit zeleně, tím sděluje, že komunikace běží bez problémů. Velkou výhodou vytvořené aplikace je možnost testovat aplikaci bez připojeného modelu.

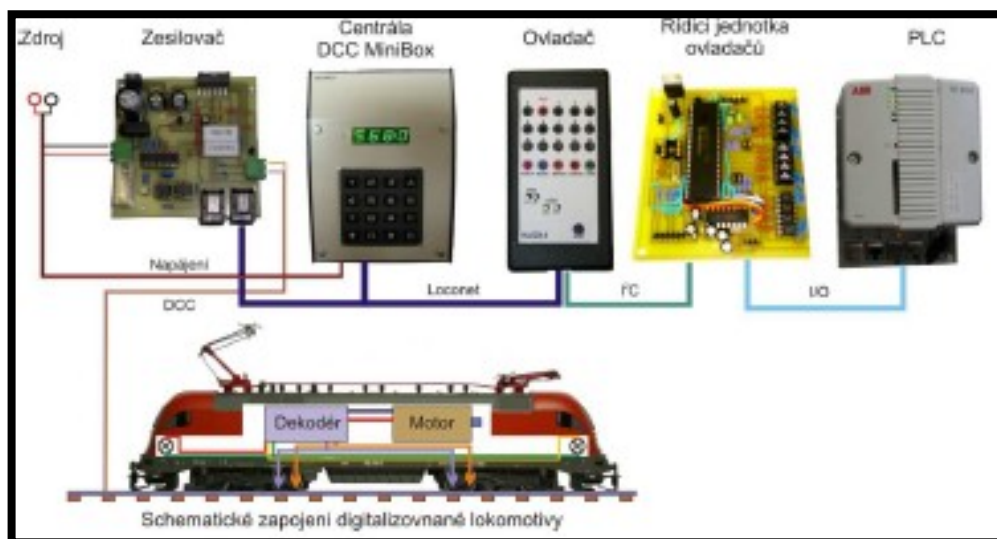
Popis řízení vlakových cest pomocí SCADA/HMI systému v prostředí InTouch

Řízení vlakových cest probíhá stejně jako u způsobu ovládání modelového kolejiště pomocí PLC nebo panelu ručního ovládání. Rozdílný je pouze způsob zadávání příkazů. Příkazy jsou zadávány obsluhou pomocí grafické aplikace v prostředí InTouch.

4.4 Řízení modelového kolejiště pomocí digitálního řízení

Pro možnost digitálního řízení modelových kolejišť existuje celá řada komponent, avšak v modelářství převažuje technologie DCC. Díky rozsáhlým možnostem digitálního řízení je možné ovládat směr, rychlost, ale i vizuální a akustické efekty na vlakových soupravách.

Technologie DCC umožňuje ovládat vlakové soupravy, ale i návěsti, výhybky, atd. DCC využívá k ovládání vlakových souprav sběrnici LocoNet. Každá lokomotiva má umístěn dekodér, který odděluje napájecí napětí od řídicího signálu. Popsaná technologie se skládá ze zdroje, zesilovače, centrály, ovladače a dekodéru. V modelovém kolejišti byla tato technologie rozšířena, aby bylo možné propojit digitální ovládání s PLC. Rozšíření spočívalo v přidání řídicí jednotky ovladačů a PLC.



Obr. 25 - Upravená technologie digitálního ovládání [KUBÍN, M. 2009]

Všechny ovladače byly navrženy modulárně, tak aby bylo možné provádět úpravy na těchto ovladačích bez nutnosti předělávání celého systému. Centrála je schopná ovládat současně až osm lokomotiv.

Každá lokomotiva je vybavena integrovaným dekodérem. Jednotlivé dekodéry se od sebe liší velikostí, množstvím výstupů a cenou. Protože dekodéry jsou univerzální, lze provést digitalizaci jakékoliv lokomotivy.

Jednou z funkcí centrály je posílání příkazů přes DCC ovládaným prvkům. Další funkcí je možnost naprogramování DCC dekodérů. Při programování dekodéru je potřeba umístit lokomotivu na separátní kolej aby nedošlo k narušení provozu na kolejišti.

Z důvodu předpokládaného rozšíření stávajícího modelového kolejiště je výhodné si vyrobit vlastní ovladač. Ovládací prvky ovladače byly nahrazeny svorkovnicí pro připojení výstupů z PLC. Použitý ovladač je kompatibilní s většinou centrál používaných v DCC.

Pro samotnou realizaci digitálního řízení modelového kolejiště byly vybrány komponenty vlastní výroby podle návrhů českých a slovenských modelářů. Aby mohlo být digitální řízení realizováno bylo potřeba sestavit centrálu MiniBox, ovladač HUGO 4, zesilovač SHMDBoost, rozbočku a lokodekodér.

Propojení centrály a PLC je realizováno pomocí digitálních IO signálů. IO signály se dělí do tří podskupin:

- Určení ovladače
- Povel
- Status

Protože počet použitelných výstupů z PLC byl malý, bylo potřeba výstupy multiplexovat, tzn. dva výstupy určují pro jaký ovladač byl daný povel určen. Systém pracuje tak, že se vybere příslušný ovladač a zvolí se daný povel. Povelely musely být minimalizovány z důvodu malého počtu výstupů z PLC. To má za následek menší využití ovladače.

Aby bylo možné používat stejné porty pro různé druhy úloh, je připojení k PLC realizováno přes reléový spínač. Při zapnutí centrále digitálního řízení jsou porty spojeny z PLC do centrály a při vypnutí digitálního řízení jsou tyto samé porty připojeny k jiné úloze realizované na modelovém kolejišti.

Popis řízení vlakových cest pomocí digitálního řízení

Před umístěním lokomotivy do modelového kolejiště je potřeba provést její naprogramování. Naprogramování se provede ustavením lokomotivy na programovací kolej, která se nachází na panelu digitálního řízení. Po umístění lokomotivy na programovací kolej je nutné přepnout panel do programovacího módu. Po naprogramování lokomotivy a odzkoušení naprogramovaných funkcí může být lokomotiva umístěna do kolejiště. Panel digitálního řízení je pro řízení provozu na modelovém kolejišti používán v kombinaci s panelem ručního ovládání. Panel ručního ovládání slouží k ovládání výhybek a určování vlakových cest. Panel digitálního řízení slouží ke spouštění naprogramovaných funkcí, např. rozsvícení dálkových světel vlakové soupravy, změně směru a rychlosti jízdy. Výchozím místem pro jízdu vlakové soupravy může být kterákoliv kolej.

5 Specifikace závad

Špatná funkčnost snímačů polohy vlaku (jazýčkový kontakt), vlak nezastavuje v požadovaném místě z důvodu umístění magnetu ve vagónu za lokomotivou. Nutnost silného magnetu, který je umístěn ve vagónu za lokomotivou, protože v lokomotivě ruší elektromotor a vyřazuje jej z činnosti. Pro dlouhé lokomotivy nepoužitelné protože zastavení je až za návěstími.

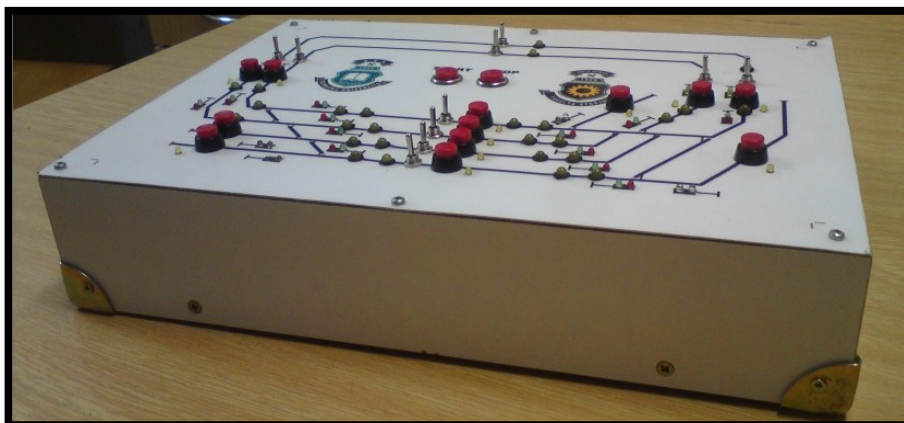
Zabezpečení železničního přejezdu na modelu je vyřešeno pouze závorou což je pro reálný provoz nedostačující a je potřeba i výstražného světelného upozornění, popřípadě by se hodila i akustická signalizace.

Další závadou na modelovém kolejišti je nefunkční odjezdové návěstidlo L2 a seřaďovací návěstidlo před depem označeno jako Se1. Zde poškozený plošný spoj a místo jednoho návěstí svítí současně dvě což, je pro bezpečný provoz na kolejišti

nevyhovující. Možnou náhradou se jeví výměna všech návěstidel návěstidly s pozitivní logikou nebo reléový systém spínání návěstí.

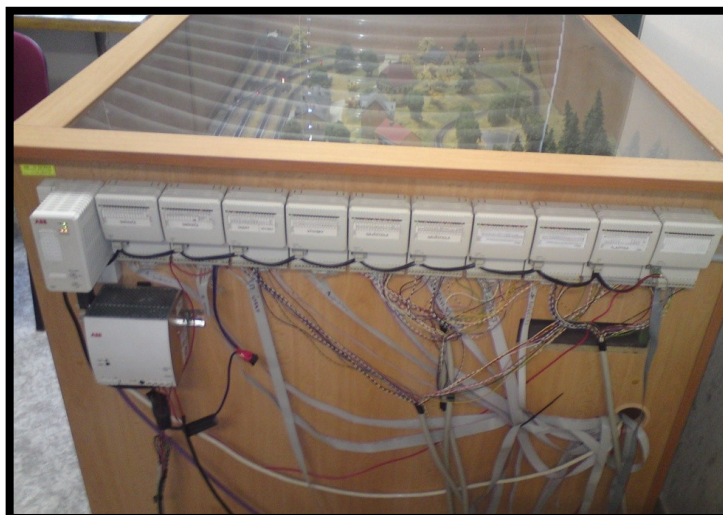
6 Úprava ovládacích prvků:

Panel ručního řízení jsem opatřil ze spodní strany kovovými rohy, aby nedošlo k jeho fyzickému poškození při manipulaci.



Obr. 26 – Panel ručního ovládání

Dále jsem přemístil napájecí modul SD823 pod komunikační modul CI830 a I/O moduly (DI801 a DO801), do kterých jsou zavedeny kontakty z modelu. Pro lepší přehlednost a případné rozšíření o I/O moduly.

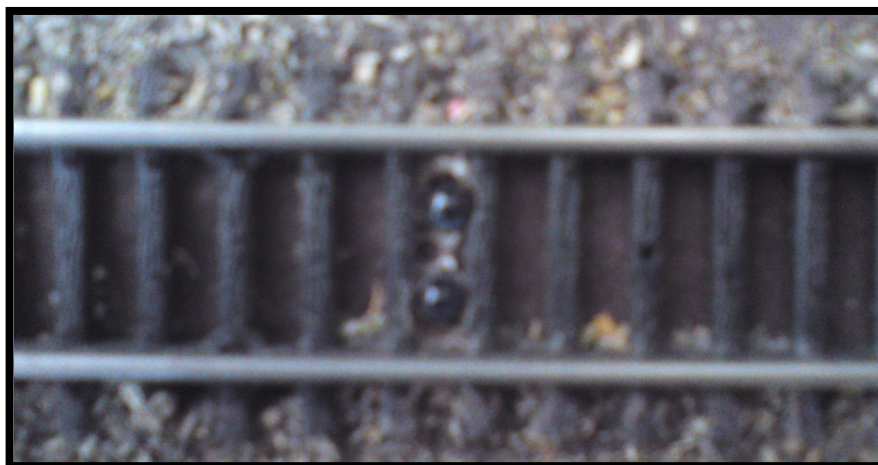


Obr. 27 – Ovládací prvky na boční straně modelového kolejiště

7 Požadavky na rozpočet

Snímače

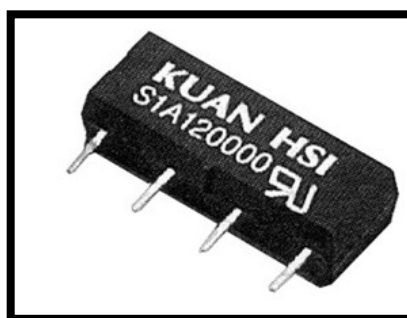
Je potřeba pořídit 32 optických senzorů, aby mohli být vyměněny za stávající jazýčkové kontakty. Na kolejišti je sice použito 26 jazýčkových snímačů, které budou nahrazeny a dalších 6 snímačů bude použito u slepých kolejí (DEPO 1a, DEPO 3a, VLEČKA 4b a ODSTAVNÁ KOLEJ 3b). Umístění snímače je podobné jako u jazýčkových kontaktů, umístění snímače v kolejišti je zobrazeno na Obr. 28.



Obr. 28 – Umístění snímače v kolejišti

Relé

Pro připojení optických snímačů musí být použito relé, protože výstup ze snímače je +12V DC. Pro signál do vstupního modulu DI801 je potřeba pro logickou „0“ je 0V a „1“ je 24V.



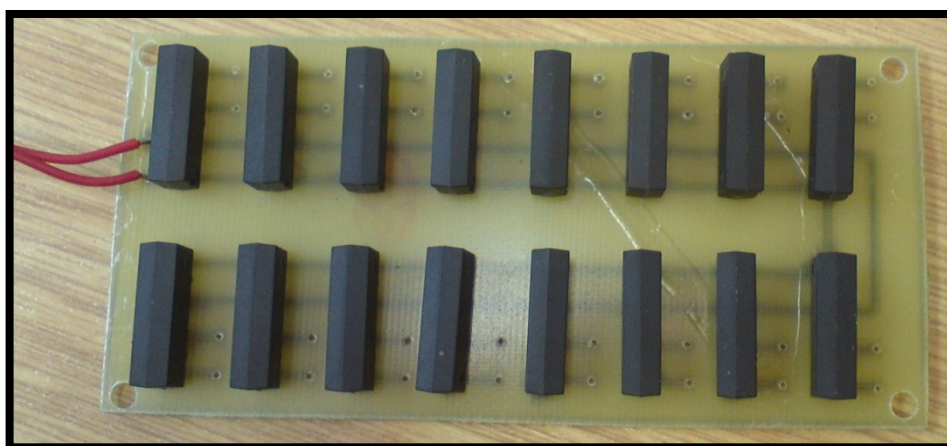
Obr. 29 - Relé RELSIA12D-1K [www.gme.cz]

Tab. 1 Parametry relé RELSIA12D-1K

Cívka	
Napětí cívky	12 V
Odpor cívky	1000 Ω
Spínač	
Vstupní proud	0,5 Aac/dc
Napětí spínače	200 Vac/dc
Ostatní	
Relé s ochrannou diodou	

Plošný spoj

Je potřeba navrhnout a udělat plošný spoj, do kterého se relé osadí a všechny snímače na něj budou zapojeny. Plošný spoj je vytvořený ve free verzi programu Eagle, a následně vytvořen v dostupných podmínkách univerzity. Osazený plošný spoj je zobrazen na Obr. 30.



Obr. 30 – Osazený plošný spoj

Celkem

Ceny u snímače a relé jsou brány z internetu.

Tab. 2 Celkový rozpočet pro zapojení jednoho snímače

Součást	Poznámka	Cena
Snímače	Optický senzor SN1C	125 Kč
Relé	RELSIA12D-1K	27 Kč
Celkem	Rozpočet součástí pro zapojení jednoho snímače	252 Kč

Návěstidla

Pro výměnu ovládání všech světelných návěstí by bylo vhodné použití spínací relé. Pro každou LED diodu vlastní relé. Na kolejišti se nachází 20 návěstidel (viz kapitola 2.4 Návěstidla), ze které vychází počet potřebných relé. Celkově by bylo potřeba pořídit 48 spínacích relé. Dále by se musel vytvořit plošný spoj pro osazení spínacími relé. Návěstí by zůstali původní jen by došlo ke změně logiky řízení. Poté by musela být provedena úprava programu řízení kolejiště.

Zabezpečení železničního přejezdu

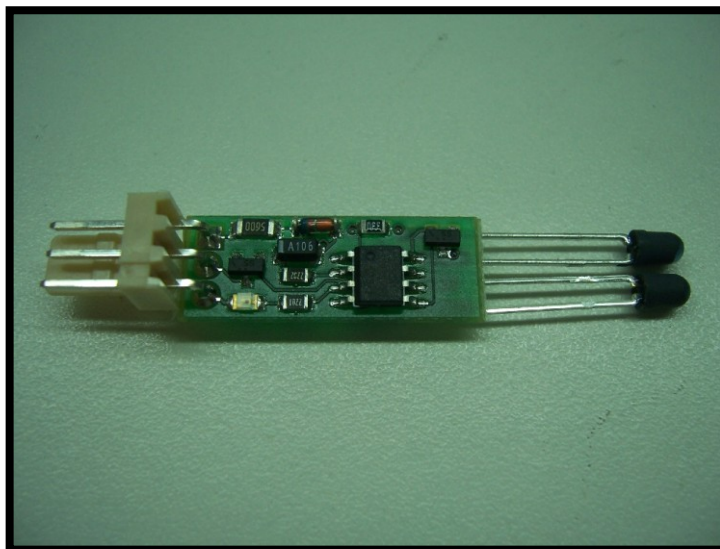
Na modelu je již použito k zabezpečení mechanické závary. Proto jsem model dovybavil světelnou signalizací, která je zobrazena na Obr. 31.



Obr. 31 – Zabezpečení železničního přejezdu

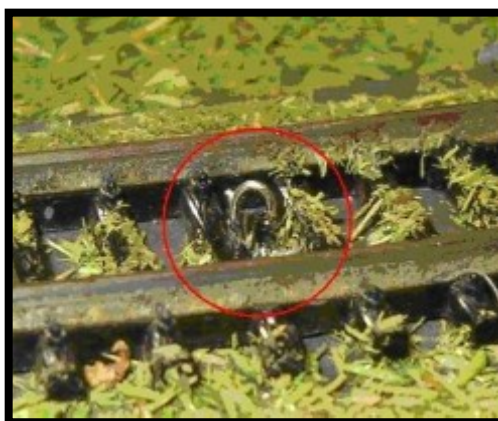
8 Optický senzor SN1C

Výhodou tohoto senzoru je lepší identifikace drážního vozidla, u kterého není nutná další úprava, tak jako ve stávajícím případě. Zde jsou zabudovaný jazýčkové kontakt a magnet pro jejich sepnutí je umístěn ve vagónu za lokomotivou. Stávající způsob jazýčkových kontaktů je málo spolehlivý stává se, že kontakty se nesepnou tak jak mají a souprava nezastaví na určeném místě a projede na další kolej. Montáž je obdobná jako u jazýčkového kontaktu. Nevýhodou tohoto snímače jsou jeho výstupní hodnoty a to max. 200mA/12V, a pro vstup signálu do PLC je nutno použít relé. Další nevýhodou je vyšší pořizovací cena (120-150 Kč/snímač).



Obr. 32 - Optický snímač SN1C [www.modelyvlakku.cz]

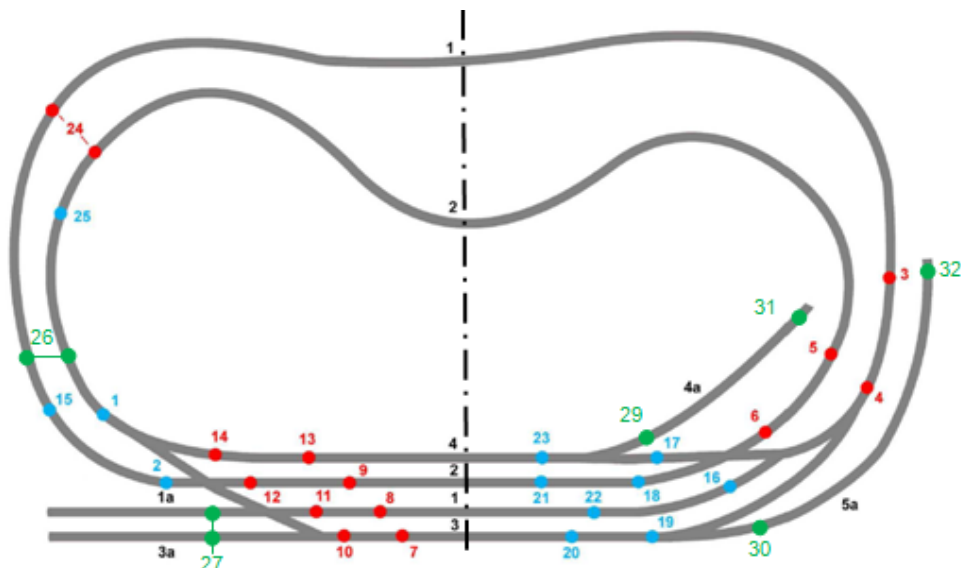
Jedná se o náhradu původních magnetických jazýčkových relé zobrazených na Obr. 33.



Obr. 33 – Magnetické jazýčkové relé umístění v kolejišti

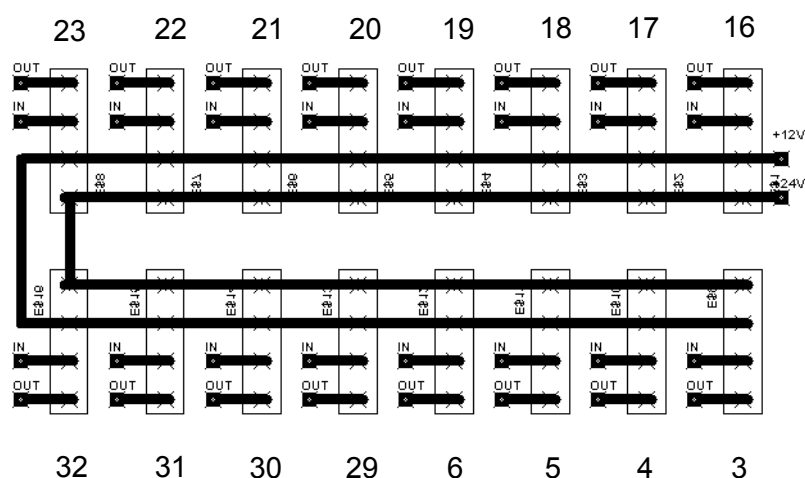
9 Realizace zapojení

Pro lepší nalezení případné poruchy jsou požitý dva plošné spoje, každý pro 16 relé. Zapojení plošných spojů je realizováno pro pravou a levou polovinu kolejiště, které jsem rozdělil dle obrázku Obr. 34.



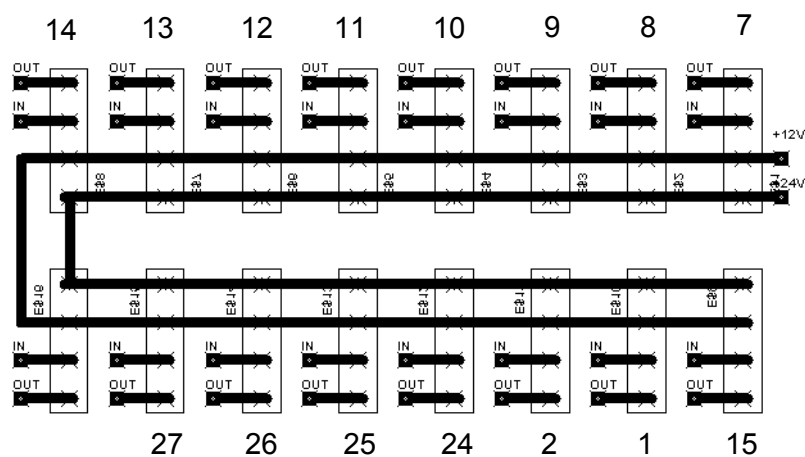
Obr. 34 – Rozdělení kolejiště

Na plošný spoj je přivedeno společných +24V z napájecího modulu SD823 a +12V DC z externího zdroje napájení optických senzorů. Výstup (označení OUT) je přiveden na propojovací můstek a odtud do vstupního modulu DI801 a vstup ze snímače je přiveden na plošný spoj na Obr. 35 značeno IN. Číslování u relé je podle číslování, které je značeno na rozložení kolejiště. Snímače pro směr proti chodu hodinových ručiček (modře zbarvené) jsou zapojeny ve vrchní řadě, ve spodní řadě jsou snímače pro druhý směr (červené zbarvení).



Obr. 35 – Plošný spoj pravá polovina kolejiště

Spoj pro levou polovinu kolejiště je zobrazen na Obr. 36. Snímače ve směr chodu hodinových ručiček (červeně zbarvené) jsou zapojeny ve vrchní řadě, ve spodní řadě jsou snímače pro druhý směr (modré zbarvení). Dále jsou zde připojeny výstupy ze snímačů pro zavření závory označené jako č. 24



Obr. 36 – Plošný spoj levá polovina kolejiště

10 Závěr

Tato práce je zaměřena na instrumentaci modelového kolejiště, zabezpečení železničního přejezdu a vyřešení problému se snímači polohy drážních vozidel.

Optický snímač SN1C má lepší funkci než jazýčkové kontakty. Není nutný přídavný magnet ve vagonu za lokomotivou ani další úprava povozku lokomotivy. Tento snímač nám zpřesní polohu vlaku pro další možné úpravy, jako jsou například zastavení vlaku bez zásahu člověka na slepé koleji (DEPO 1a, DEPO 3a, VLEČKA 4b a ODSTAVNÁ KOLEJ 3b). Dále jsou snímače použity na kolejích (VLEČKA 4b a ODSTAVNÁ KOLEJ 3b) jako koncová spínače. Pro použití v depu by byli též vhodné, ale z důvodu zakrytí kolejí budovou depa použity nejsou. Snímače označené jako č. 26 jsou použity pro druhý směr zavření závory a vypnutí PZZ. Pro všechny tyto snímače musel být program modifikován a brát i tyto vstupy v úvaze.

Díky rychlému vývoji v železničním modelářství a postupném začleňování nových technologií do modelářství je možné modelové kolejiště do budoucna vylepšovat. Kromě doplnění a vylepšení stávajících modelových prvků je možné kolejiště vybavovat moderními řídicími prvky a poskytnout studentům názorný příklad využití moderních technologií v praxi.

Druhý směr jízdy

Stávající model kolejiště umožňuje jízdu pouze jedním směrem a to ve směru hodinových ručiček. Pro reálnější dojem by bylo vhodné přidat i druhý jízdní směr. S postupným přidáním druhého jízdního směru bylo počítáno i při návrhu panelu ručního ovládání (zatím nefunkční směrové páčky). Pro realizaci druhého jízdního směru by bylo potřeba sestavit nový program pro PLC.

Nezávislá návěstidla

V současnosti je signalizace návěstidel závislá na poloze vlakové soupravy. Blíží-li se vlaková souprava k návěstidlu, tak dojde na příslušném návěstidle k rozsvícení povolujícího znaku. Do budoucna by bylo vhodné tento systém změnit tak aby vlaková souprava reagovala na znamení zobrazené na návěstidle.

Dokumentace a laboratorní úloha

Dalším směrem vývoje by mohlo být sepsání kompletní dokumentace k jednotlivým druhům řízení popřípadě vytvoření praktického cvičení. Dle by mohl být vytvořen program pro simulaci reálného provozu na kolejišti. Tento program by mohl pracovat v uzavřené smyčce ve které by jeden průběh mohl trvat několik hodin a pohybovalo by se zde více lokomotiv.

Možnost vzdáleného monitorování

Dále by mohla být vytvořena aplikace, ke které by se mohl uživatel připojit a sledovat z jiného místa co se na kolejišti děje.

Použitá literatura:

ABB, 2005A .AC 800M *Controller Hardware*. 308 stran

ABB, 2005B .Modules and Termination Units. 578 stran

ABB, 2005C .Field Communication Interface – PROFIBUS – DP/DPVI. 126 stran

ABB, 2005D. *PROFIBUS DP – Engineering and Configuration*. 89 stran.

ABB, 2005E. *PROFIBUS DP – Wiring and Installation*. 121 stran.

ABB, 2005F .Basic Control Software – Introduction and Configuration. 632 stran

ČD D1, 2002. *Předpis pro používání návěstí při organizování a provozování drážní dopravy*. Účinnost od 1. 7. 2002. Dostupné na adrese: <URL: <http://www.volny.cz/mikulda/d1/>>

GM Elektronik, firma zabývající se dovozem a distribucí elektrosoučástek
< URL: <http://www.gme.cz>> ,

CHLÁDEK, M., 2001. Zařízení typu Slave na sběrnici Profibus, diplomová práce, VUT Brno 2001

Malá železnice, 1990A. *Elektrotechnika pro začínající železniční modeláře*. Vlašské Meziříčí: Malá železnice, s.r.o., 1990, 40 stran, ISBN 80-900126-1-2

Malá železnice, 1990B. *Elektronické doplňky pro kolejiště*. Vlašské Meziříčí: Malá železnice, s.r.o., 1990, 40 stran, ISBN 80-900126-3-9

Malá železnice, 1990C. *30 plánek kolejišť*. Vlašské Meziříčí: Malá železnice, s.r.o., 1990, 40 stran, ISBN 80-900126-0-4

Modely.biz, internetový obchod zabývající se železničním modelářstvím
<URL: <http://www.modely.biz>>

Modelyvlacku.cz, internetový obchod zabývající se železničním modelářstvím
<URL: <http://www.modelyvlacku.cz>>

HABERNAL, T., *Laboratorní úlohy řízení provozu na modelovém kolejišti*, Ostrava: VŠB Technická univerzita Ostrava, 2006, 59 stran, Bakalářská práce

KÝVALA, T., *Řízení provozu na modelovém kolejišti*, Ostrava: VŠB Technická univerzita Ostrava, 2008, 79 stran, Bakalářská práce

UNGER, O., *Laboratorní úlohy řízení provozu na modelovém kolejišti*, Ostrava: VŠB Technická univerzita Ostrava, 2008, 45 stran, Bakalářská práce

KUBÍN, M., *Realizace digitálního řízení na modelovém kolejišti*, Ostrava: VŠB Technická univerzita Ostrava, 2009, 74 stran, Bakalářská práce

STACHIV, P., *Laboratorní úlohy řízení provozu na modelovém kolejišti*, Ostrava: VŠB Technická univerzita Ostrava, 2006, 68 stran, Diplomová práce

STÁREK, Z., VONDRÁK, V. 2002. *Železniční modelářství pro každého*. 1. vyd. Praha: Computer Press®, 2002. 210 s. ISBN 80-7226-740-X

ŠMEJKAL, L., MARTINÁSKOVÁ, M., *PLC a automatizace, 1. díl*. 1. vydání, Praha: BEN – technická literatura, 1999, 224 stran, ISBN 80-86056-58-9

Elektronika pro modelové kolejiště: Optický senzor SN1C návod

TNŽ 34 2620: Železniční zabezpečovací zařízení. *Staniční a traťové zabezpečovací zařízení*. Praha: České dráhy, 2002, 83 s.

ZAORAL, Z., 1988. *Automatizace modelové železnice*. Praha: Mladá fronta, 1988, 264 stran, ISBN 23-062-88

Přílohy

1. Napojení kabelu ze snímačů na plošný spoj a vstupní modul DI801

Vstupy SET trvale nastaveny na logickou „1“

č.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
STATUS	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14		SET
	1 SNÍMAČE															DI801

č.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
STATUS	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	START	STOP			SET
	2 SNÍMAČE															DI801

↑
Kabel SNÍMAČE 1

↑
Kabel SNÍMAČE 2

